

### Luz lasser

Allà, per la dècada de los 50 y 60, se conecia ya la teoria de la luz coherente, pero aún entraba dentro de la ciencia-ficció sus enormes posibilidades si se lograba superar los aspectos técnicos necesarios para producirlo y manipularlo.

Los físicos no dudan en afirmar que su descubrimiento divide en dos épocas a la óptica.

Este rayo, de luz coherente, es por ello, finísimo, dirigit, altamente energético y de extraordinaria sensibilidad a cualquier perturbación.

En fotografía, aparte de su conecidísima utilización en holografía tridimensional, podemos citar, por la fascinante extrañeza que origina, la transcripción gráfica de la música mediante la interacción de estas ondas armónicas con la onda coherente del rayo lasser. La luz vibra al compás de la música formando fantásticas figuras, que pueden recogerse sobre emulsión sensible. Si se manipula el rayo a través de sistemas ópticos (prismas, lentes, rejillas de difracción...), las imágenes conseguidas son alucinantes. También se pueden obtener extrañas figuras de interferencia cuando un rayo laser cruza un material plástico, fundiéndolo. Las interferencias se producen al originarse la refracción del rayo por la diferente densidad entre el material sólido y el fundido.

### BIBLIOGRAFIA

*El revelado*. Ed. Omega.

Equipo editorial libros "Time-Life", Ed. Salvat, Barcelona:

Tomo I. *La cámara fotográfica*.

Tomo II. *Luz y película*.

Tomo III. *El laboratorio*.

*Historia de la fotografía en el siglo XX. De la fotografía artística al periodismo gráfico*. Colección "Comunicación visual". Ed. Gustavo Gili.

Revista *Investigación y Ciencia*, marzo 1981:

NASSAU. *Las causas del color*.

WALKER. *Exhibiciones con lasser*.

Revista *Mundo científico* n.º 1:

HENRY. *Las redes de color*.

CHARLOT. *Química Analítica*. Tomos I y III. Ed. Toray-Masson.

G. RIOS. *Química Inorgánica*. Ed. Reverté.

FINN. *Física volumen II, "Campos y Ondas"*.

### 1 INTRODUCCIÓ

Els mars han estat considerats des de sempre com abocadors naturals, degut al fet que l'aigua és un excel·lent dissolvent, i a més posseeix una gran capacitat de depuració, per l'acció d'alguns microorganismes que hi habiten.

Aquests organismes tenen la facultat de descompondre, amb l'ajuda de l'oxigen, moltes de les complexes substàncies orgàniques, originant-ne d'altres més senzilles que poden tornar a ésser utilitzades pels éssers vius. Aquestes substàncies orgàniques que poden ésser dissoltes d'aquesta manera, es diu que són biodegradables. No obstant això, quan els abocats d'aigües pol·lucionants augmenten sensiblement, s'acaba la capacitat dissolvent i depuradora, esgotant-se l'oxigen necessari per la biodegradació i originant-se putrefaccions perjudicials.

Les aigües del port de Maó reberen fins l'any 1980, els abocats dels nuclis urbans situats en el seu entorn, però des d'aquesta data foren eliminats puix que varen ser connectats a un emissari submarí que les treu defora del port.

Per totes aquestes raons anteriors, l'estudi ecològic del port de Maó ofereix un gran interès didàctic, puix que constitueix un exemple molt proper de la degradació d'un ecosistema equilibrat, com a conseqüència de la contaminació originada pels abocats d'aigües residuals urbanes, i també de les possibilitats que té de restablir de nou l'equilibri, una vegada que els abocats foren suprimits.

---

# EL PORT DE MAÓ: UN ECOSISTEMA DE GRAN INTERÉS ECOLÒGIC I DIDÀCTIC

---

per XAVIER DEL HOYO BERNAT

---

Vull expressar el meu agraïment  
al Laboratori Oceanogràfic de Balears  
per la seva col·laboració i ajuda.

El Port de Maó.



## 2 ASPECTES GENERALS DEL PORT DE MAÓ

El port de Maó s'obri al S.E. de l'illa de Menorca, aficant-se uns cinc quilòmetres, al llarg dels quals hi trobam els illots de: Lazaret, illa Plana, illa del Rei i illa Pinto.

Les seves característiques dimensionals aproximades són:

llargària	5.600 m.
amplària de boca	600 m.
amplària màxima	900 m.
amplària mínima	200 m.
superfície	3 Km. <sup>2</sup>
profunditat màxima	30 m.

i observam la distribució de les profunditats (gràfic 1) i el seu perfil longitudinal (gràfic 2) es veu l'existència d'una depressió, que s'estén des de Cala Figuera fins quasi el final de l'illa Lazaret, que agafa una profunditat de 30 m., aquesta depressió està separada de la boca del port per una alçada. Aquesta disposició del relleu del fons del port, condiciona l'estabilitat i escasa renovació de les aigües.

La població es concentra en dos nuclis urbans situats a la costa Sur: Maó (22.000 habitants) i "Es Castell" (Villacarles, 3.300 habitants).

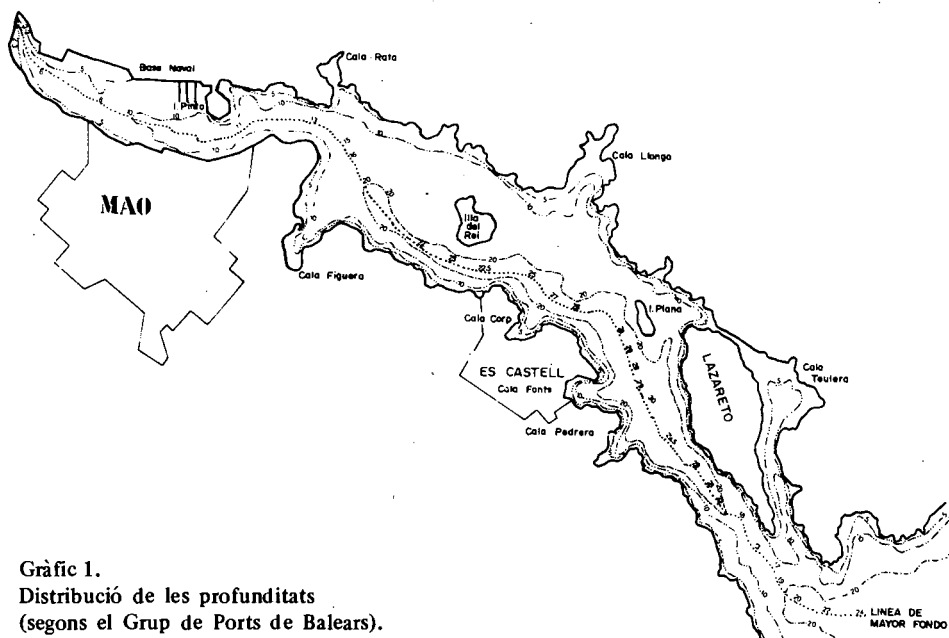
## 3 INFRAESTRUCTURA DE LES AIGÜES RESIDUALS

A la taula 1 s'exposen els tons d'aigües residuals corresponents a les poblacions de Maó i Es Castell. Així mateix hi trobam els prevists a 15 anys vista.

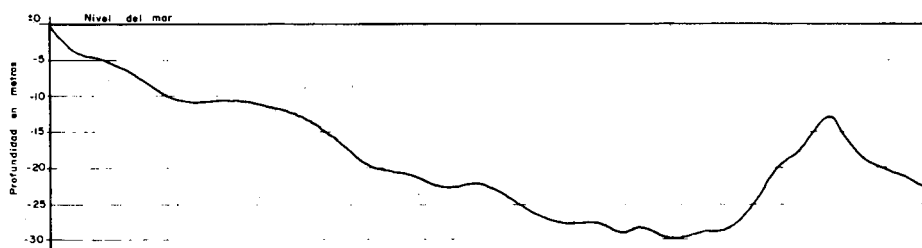
Fins fa molt poc temps (meitat de l'any 1980), els abocats foren evacuats dins el port. En aquest anomenat any s'acabà la construcció d'un emissari submarí, en el qual es connectaren les xarxes de clavegueram dels nuclis urbans abans anomenats, que condueix, fora del port, a aigües d'adequada profunditat, els abocats.

Cal dir, que la costa Nord del port no està connectada a l'emissari, emperò els nuclis de població situats aprop d'aquesta part del port no són impor-

34 tants.



Gràfic 1.  
Distribució de les profunditats  
(segons el Grup de Ports de Balears).



Gràfic 2. Perfil longitudinal de la línia de major fons.

TAULA 1

Abocats corresponents a les poblacions de Maó i Es Castell (expressats en m.<sup>3</sup>/día)

	Tons d'aigua actuals		Tons d'aigua prevists a 1995	
	Hivern	Estiu	Hivern	Estiu
MAO	5.285	6.535	6.820	10.570
ES CASTELL	750	1.250	1.000	2.250
TOTAL	6.035	7.785	7.820	12.820

## 4 ALTERACIÓ DE LA COLORACIÓ DE LES AIGÜES

A l'estiu de l'any 1974, a les aigües del port de Maó, s'observaren unes taques molt grosses de coloració blanca-verdosa. Les autoritats de la Base Naval avisaren al Laboratori Oceanogràfic de Balears del fenomen produït, i enviaren unes mostres en

les quals es va veure que hi havia algues del tipus *Coccolitorales* amb una quantitat anormalment alta.

En el mes de Maig de 1975 es tornà a produir un fenomen paregut, emperò amb una coloració marró-vermellosa, per la qual cosa hi vaig anar en companyia d'En Xavier Jansà per examinar l'estat de les aigües del port.

#### 4.1 ANÀLISI DEL FENOMEN PRODUT A L'ANY 1975

La collida de mostres es va fer amb una barca de la Base Naval, agafant-se com a punts de referència tres estacions situades davant la Base (estació 1), al club nàutic (estació 2) i al llevant de l'illa del Rei (estació 3). D'aquestes mostres es determinà la transparència de l'aigua, i s'agafaren mostres a distints nivells de profunditat, per calcular la proporció de clorofila i observar els components del fitoplancton.

##### 4.1.1 TRANSPARÈNCIA

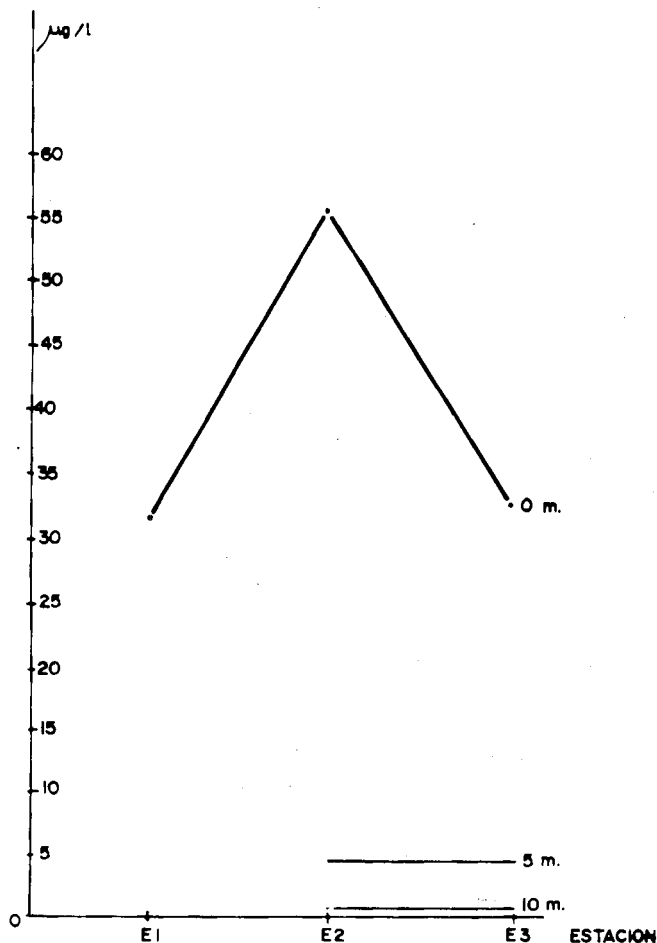
El seu càlcul mos dóna una mesura de la il·luminació de la columna d'aigua. Es determinà per la profunditat d'extinció de la imatge del *disc de Secchi*.

Els valors trobats a les tres estacions no passaren gairebé d'uns pocs centímetres, la qual cosa mos dóna una idea de la quantitat de matèria produïda. Aquests valors contrasten amb els que s'observaren a altres zones contaminades per la presència d'abocats residuals, per exemple el port de Palma, on la profunditat d'extinció del disc varià entre els 3,2 i el 8,3 metres durant un any.

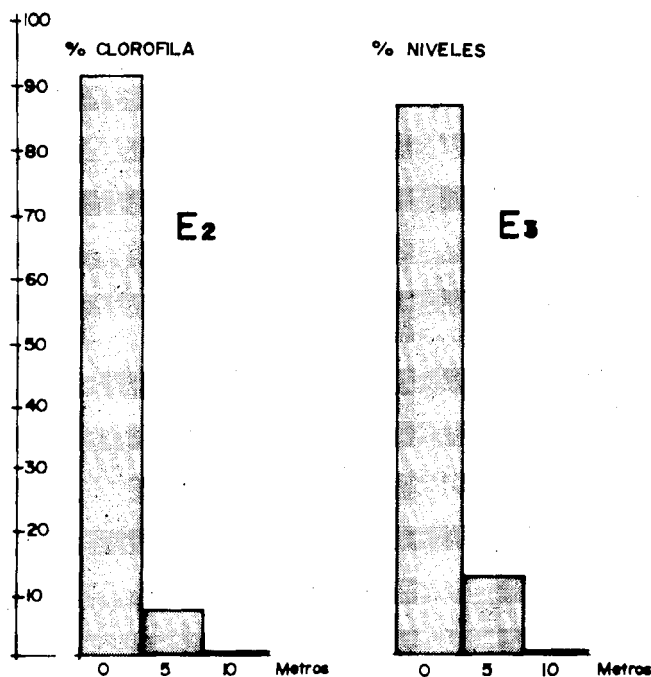
##### 4.1.2 CLOROFILA

Les microalgues del plàncton tenen "clorofila a", per la qual cosa la concentració de l'anomenat pigment fotosintètic mos dona una mesura de la població de fitoplàncton; aquesta concentració s'expressa en microgrames/litre. Per la seva determinació, l'aigua recollida amb botelles Nansen es filtrà a través de filtres "Whatman GF/C", per poder separar el fitoplàncton retengut en els filtres, i fer un extracte amb acetona al 90% que fou analitzat amb un espectrofotòmetre.

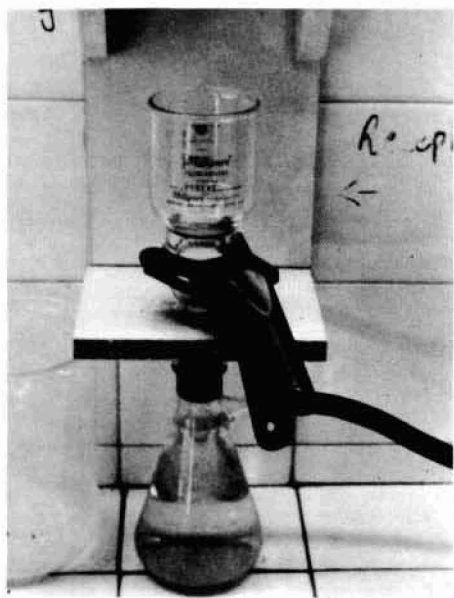
A l'estació 1 s'analitzà l'aigua corresponent al nivell superficial, sent la concentració de clorofila a 31'91 micrograms/litre.



Gràfic 3.  
Distribució de la "clorofila a" en les zones on s'agafaren les mostres.



Gràfic 4.  
Proporció de "clorofila a" en els diferents nivells de profunditat.



Dispositiu de filtració.

A l'estació 2 s'agafaren mostres corresponents a 0'5 i 10 metres de profunditat, trobant-se concentracions de 55'98, 4'53 i 0'50 micrograms/l. respectivament.

A l'estació 3 s'analitzaren els mateixos nivells de profunditat, els valors obtinguts foren: 32'75 micrograms/l. en el nivell superficial, 4'53 micrograms/l al nivell de 5 metres i 0'50 micrograms/l. als 10 metres de profunditat.

A totes les estacions estudiades, el màxim de "clorofila" es donà als nivells superficials (32, 91, 55'98, 32'75 micrograms/l.), aquests valors mostren l'existència d'una gran quantitat de fitoplàncton en aquests nivells.

## 5. CONCLUSIONS

Dels anàlisis de "clorofila a" i de les observacions al microscopi, es dedueix que les taques aparegudes el Maig de 1975, estaven constituïdes per grans quantitats de fitoplàncton, que havia sofert un procés de proliferació massiu. Els organismes es trobaven als nivells superficials de l'aigua, i eren en la major part algues del gènere *Prorocentrum*.

Aquests fenòmens es coneixen amb el nom de "Marees vermelles", i tenen lloc quan es produeix una llarga estabilitat de l'aigua, sense que s'acabin els elements nutritius. Aquestes dues condicions es donaven l'any 1975, per l'aport d'aigües residuals i el particular relleu del port de Maó.

Les acumulacions de fitoplàncton amb els seus pigments poden produir a l'aigua coloracions de diferents matisos, segons les espècies que abundin. Per aquesta raó es donaren distintes coloracions a l'estiu del 74 i el Maig del 75.

Els organismes que constitueixen aquestes aglomeracions estan formats per algues que només serveixen com font d'aliment d'una petita quantitat de consumidors i donen lloc a una interrupció de les cadenes tròpiques, la qual cosa condueix, a llarg plaç, a la degradació de l'ecosistema.

TAULA 2

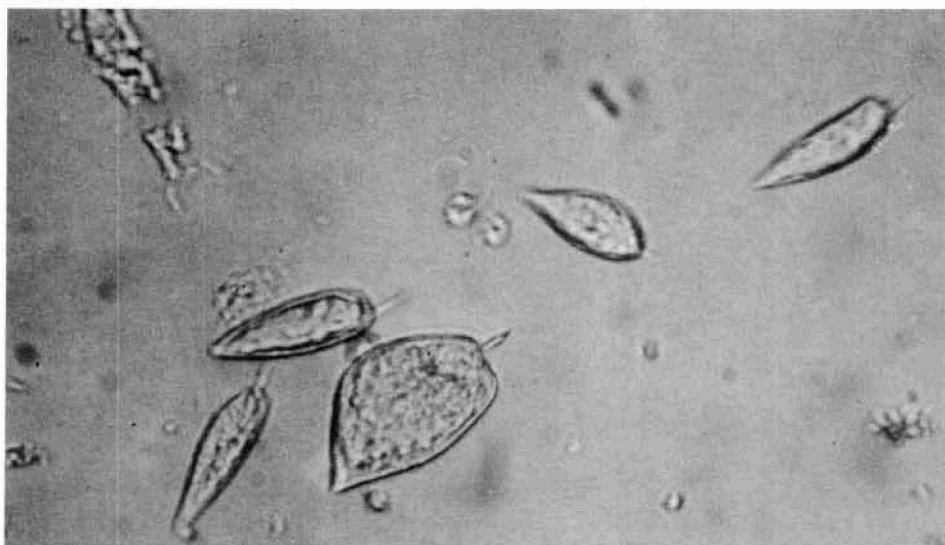
Proporció de clorofila a a les diferents estacions i nivells de profunditat

Estació	Profunditat (en metres)	Concentració Clorofila a (micrograms/l.)	o/o
1	0	31,91	100
2	0	55,98	91,73
2	5	4,53	7,44
2	0	0,50	0,82
3	0	32,75	87,05
3	5	4,53	12,05
3	10	0,33	0,89

### 4. 1. 3. CARACTERÍSTIQUES DEL FITOPLÀNCTON

S'analitzaren mostres corresponents als nivells superficials. Les anomenades mostres es fixaren amb 2 cm.<sup>3</sup> de solució lugol per a una millor conservació, es deixaren sedimentar durant 24 hores, i finalment foren observades amb un microscopi d'Utermöhl.

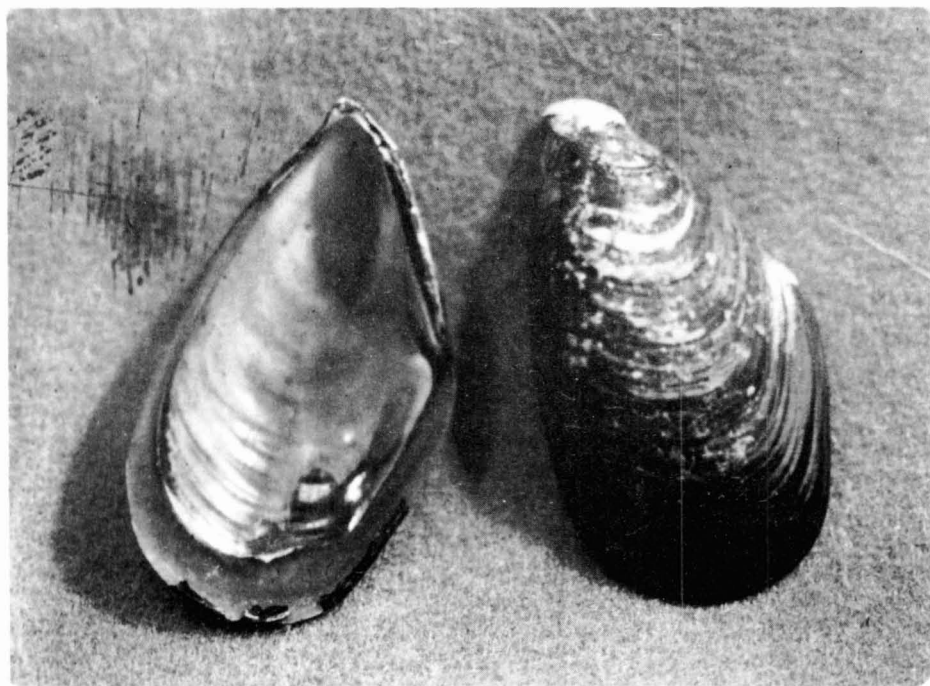
A les observacions realitzades es notà la presència d'una gran quantitat de fitoplàncton, sent, en la seva majoria, algues del gènere *Prorocentrum*. Aquest tipus d'algues segreguen substàncies tòxiques que poden afectar a alguns dels organismes que formen les cadenes alimentícies del ecosistema.



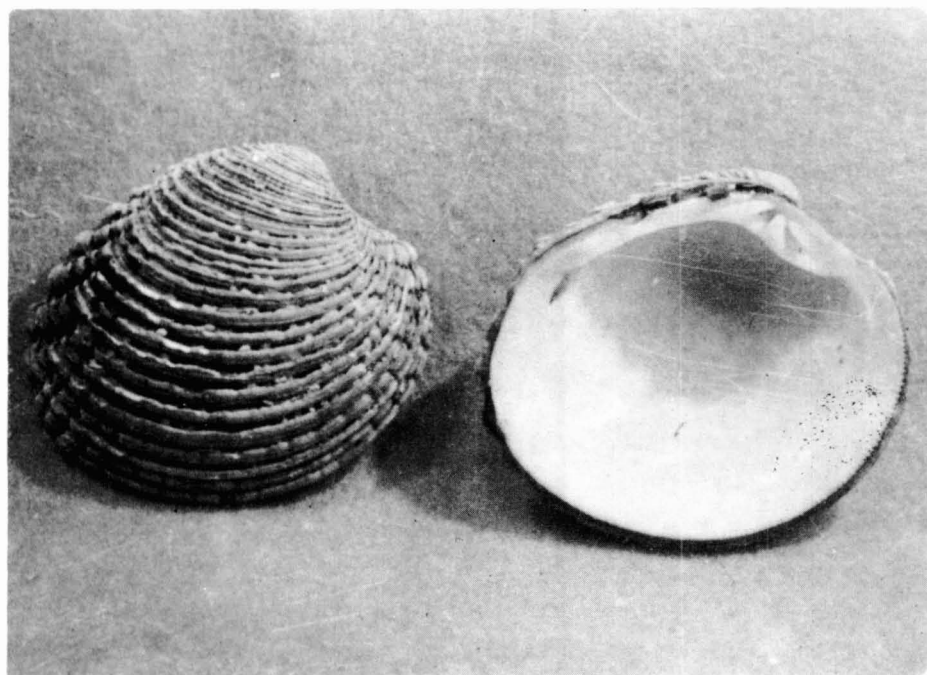
Espècies del gènere *Prorocentrum*.

Les algues proliferades, si bé en principi produeixen en els nivells superficials de l'aigua, un augment d'oxigen que ve de la fotosíntesi; en els nivells profunds, en els quals exis-

teix gran quantitat de matèria orgànica en descomposició, es desenvolupen grans quantitats de bactèries, que provoquen un empobriment de l'oxigen, que s'exten també, passat un cert



*Mytilus edulis*.



*Venus verrucosa*.

temps, als nivells superficials i que contribueix a la destrucció de l'ecosistema.

Les algues del gènere *Proocentzum* segreguen substàncies tòxiques que poden acumular-se a organismes que s'alimenten per filtració com els Bivalves. Aquests organismes a més, poden retenir dins el seu interior bactèries, algunes d'elles patògenes. Tot això va contribuir a que les Autoritats Sanitàries prenguessin les mesures oportunes per impedir la ingestió de Bivalves, entre altres: *Mytilus edulis* (musclo) i *Venus verrucosa* (escopinya), procedents d'aigües del port de Maó.

L'any 1980 es produí un fenomen paregut, encara que d'intensitat més petita que els que tengueren lloc els anys 74 i 75.

Com a darrera cosa cal assenyalar que els estudis realitzats pel Laboratori Oceanogràfic de Balears, després de la connexió de la xarxa de clava-gueram de Maó i Es Castell a l'emisari submarí, pareixen indicar una tendència recuperadora de la transparència de les aigües, si bé el poc temps que ha passat no permet encara, treure conclusions damunt el restabliment de l'equilibri del ecosistema.

#### BIBLIOGRAFIA

- MASSUTI, M. y MARGALEF, R. *Introducción al estudio del plancton marino*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sección de Biología Marina. Barcelona 1950.
- MARGALEF, R. *Ecología Marina*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas 1972.
- PAYERAS, B. *Estudio de la contaminación bacteriana en el puerto de Mahón. Influencias de las condiciones ecológicas del mismo*. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, n.º 203, Madrid 1975.
- SCOR-UNESCO (1966). *Determination of photosynthetic pigments in sea water*. Monographs on oceanographic methodology. Public. Unesco.